

# 大面积液晶面板光刻机新型工作台设计

葛娜 林永水 石宗宝 王思年 吴淦淦

**摘要** 论述曝光面积可达  $335.6 \text{ mm} \times 355.6 \text{ mm} (14' \times 14')$ , 套刻精度为  $\pm 2 \mu\text{m}$ , 接近式 ( $0 \sim 25 \mu\text{m}$ ) 液晶面板光刻机的新型工作台设计。

**关键词** 液晶面板光刻机 光刻机工作台 曝光间隙 掩模 基片

制作液晶显示器的关键设备——液晶面板光刻机相应地进入更新换代阶段。笔者和福建省电子精密光学设备公司合作, 研制适合我国国情、工作可靠、故障率低、成本较低廉的大面积液晶面板光刻机。工作台设计的主要技术指标: 有效曝光面积为  $177.8 \text{ mm} \times 177.8 \text{ mm} (7'' \times 7'') \sim 335.6 \text{ mm} \times 355.6 \text{ mm} (14'' \times 14'')$ , 套刻精度为  $\pm 2 \mu\text{m}$ , 间隙设定值为  $0 \sim 25 \mu\text{m}$ , 设定间隙平行度误差为不大于  $3 \mu\text{m}$  (双向)。

所设计液晶面板光刻机主要由光路系统、掩模-基片对准工作台和高稳强电源三大部分组成。图 1 为新研制的  $355.6 \text{ mm} \times 355.6 \text{ mm} (14'' \times 14'')$  液晶面板光刻机的结构示意图。光路系统采用顶置反射式方案, 由  $1.5 \text{ kW}$  汞灯 1, 椭球反射镜 2, 主反射镜 3, 聚光物镜 4, 光积分器 5 和  $6 \times 6$  阵列反射镜 6 组成。考虑到曝光辐照面积大, 在辐照均匀度要求下, 反射镜 6 整体制作, 难度极大。本设计采用  $6 \times 6$  抛物阵列式反射镜结构, 各阵列镜面积小, 制作容易, 其反射方向和光强分布可由微调机构和特定的镀膜技术方便地加以调整, 以使总体辐照均匀度达到  $\pm (3\% \sim 5\%)$  的要求。

为使标准套刻精度达到  $\pm 2 \mu\text{m}$  的要求, 笔者设计了结构比较新颖的对准工作台, 并采用两物镜分离量大的双视场显微电视对准系统。本文仅就对准工作台部分的设计进行论述。在图 1 上对准工作台由掩模板架 8, 基片承放台 10, 3 点  $z$  向调平机构 11,  $x$  向移动导轨座 12,  $y$  向移动导轨座 13 和  $\theta_x$  向转台基座 14 等组成。根据套刻对准的需要, 基片承放台必须带着基片, 相对固定在掩

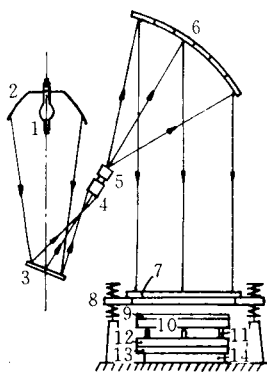


图 1 光刻机结构示意图

模架 8 上的掩模, 作  $x$  向前后移动,  $y$  向左右移动以及绕垂直  $z$  轴的  $\theta_x$  向转动。在接近式光刻时, 要求掩模与基片对准面间的间隙能调至  $0 \sim 25 \mu\text{m}$  之间, 具体大小由显微镜的景深和光刻线条的粗细确定, 因此承片台还需具有  $z$  向垂直升降运动。此外, 在光刻面积大时, 掩模与基片两对准面间的平行度要求更严, 必须让承片台相对掩模具有两个精确的微调校平转动  $\theta_x$  和  $\theta_y$ , 即承片台共需具有 6 个运动自由度  $x, y, \theta_x, z, \theta_y, \theta_z$ 。

现有光刻机的结构, 通常将掩模架固定不动, 这样做的好处主要是可以直接将掩模表面作为工作台统一的固定基准, 用以提高精度, 同时无须移动掩模架的机构, 结构也简单。但由此带来的问题是承片台的  $z$  向运动距离必须较大, 以便腾出装拆卸基片的空间, 而  $z$  向运动是工作台对准漂移和间隙设定的关键, 要求有极高的运动导向精度和定位精度。国内外许多光刻机生产厂家在这方面下了很大功夫, 采取了一系列高技术措施<sup>[1,2]</sup>。笔者放弃掩模架固定的方案, 将工作台统一固定基准移到另设的基座上, 同时让掩模架作  $z$  向大距离 ( $200 \text{ mm}$  左右) 升降。这样做在统一固定基准上是增加了一重误差, 但可以做到在常规制造精度的允许范围内。掩模架的大距离升降可以在承片台上方腾出较大空间, 除了方便装卸基片操作外, 还可允许常规测量工具 (高精度千分表) 进入基片上方, 直接接触测量基片边缘的非光刻区, 用以指示基片在承片台上相对统一固定基准的校平度, 并根据表头指示作校平调整。更值得指出的是掩模架的  $z$  向运动精度要求不高, 设计中甚至用球铰让其漂移, 故用常规丝杠传动就可实现  $z$  向运动, 这是因为掩模架的最终定位精度, 是靠弹力压靠在基座统一固定基准上的精度来确定的, 与  $z$  向运动过程无关, 掩模架  $z$  向运动过程所造成的  $x, y$  方向的漂移, 可以在它停靠稳固后, 由承片台的  $x, y$  向对准运动一并加以补偿。

承片台的  $\theta_x$  和  $\theta_y$  两自由度校平动作, 在现有光刻机中, 比较成功的结构是在承片台下方设置

收稿日期: 1994-11-29

球铰来实现的,校平动作之初,先放松球铰,然后让承片台带着基片 $z$ 向上升,直到基片碰到校正板或掩模,靠上升力推球铰带动承片台自位与校正板找平,找平后重新用真空吸力锁紧球铰。这样的结构在承片台面积大时;球铰必须做得较大,方能保证承片台的稳定。高精度大尺寸的球铰制造难度大,且增加工作台的轴向尺寸,所需推球铰自位的上升力也大,太大的上升力会在找平过程引起变形<sup>[1]</sup>,影响对准间隙的设定值(由显微镜的景深及光刻线条粗细确定)。本设计放弃承片台靠球铰自位找平的方案,改用承片台3点支承结构,靠承片台上方的3个千分表作指示,用调整承片台下方的3个支承杆的 $z$ 向高度,来调定基片上表面3点与统一固定基准面间的精确距离,从而同时保证了基片与统一固定基准面间的平行度。这种基片定位与找平的方式,消除了基片自身的厚度差以及两面平行度误差对设定间隙的影响,因而可做到在对准间隙进一步缩小的情况下,不致在对准移动时碰撞基片感光胶,在液晶面版曝光的特定条件下,对准间隙就可作为曝光间隙使用,避免了两次间隙设定,完全消除了由 $z$ 向运动引起的对准漂移。

图2为新型工作台的结构和工作状态示意图。图2a表示掩模板架8下降至最低位,停靠在基座统一固定基准面上的状态,此状态为模-基对

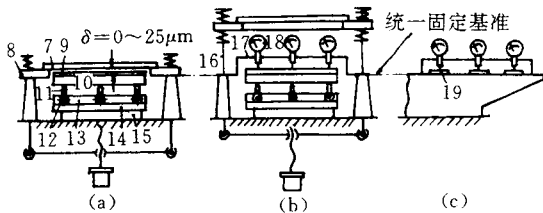


图2 新型工作台结构和工作状态示意图

准和曝光状态。7为经粗对位后固定在模架8上的掩模及其调位框。9为真空吸附在承片台10上的基片(液晶屏玻璃片),7与9之间的间隙 $\delta$ 即为对准间隙或曝光间隙。间隙值的设定,以及间隙两面间的平行度,由3点 $z$ 向支承杆11微调控制,微调机构由千分尺12和90°斜面机构组成。13为 $x$ 向微调导轨座,14为 $y$ 向微调导轨座,15为 $\theta_z$ 向微转动台。图2b表示模架8被掩模架升降杆16抬举至最高位,同时千分表架17带着3个高精度千分表18从右侧导轨滑入并停位在承片台上方的状态。该状态为基片精确定位与校平的状态,此时3个千分表测头降落接触基片9的边缘非光刻区,为着提高测调效率,3个千分表测头正好对准承片台下方的3个支承杆11,这样在调整

任一百分表读数时,其余2表读数受影响甚微。当3个千分表读数调至一致时,说明基片上表面相对统一固定基准已经校平。图2c表示千分表架从承片台区退出,用安放在统一固定基准面上块规19调零的状态。对准或曝光间隙设定值可由块规高度确定,也可再加表头读数确定。

如果统一固定基准面按00级测量平台的精度要求研刮,其平面度误差不大于 $4\mu\text{m}$ (双向相当于 $\pm 2\mu\text{m}$ )。当调整承片台支承杆使3个千分表读数相同时,掩模面与基片面间的校平度仅决定于掩模架上掩模安放面与停靠面间的平行度(双向相当于 $\pm 1.5\mu\text{m}$ )和统一固定基准自身的平行度误差(相当于 $\pm 2\mu\text{m}$ ),两者的校平度误差按均方根值计算不会超过 $2.5\mu\text{m}$ 。设定间隙平行度误差 $\Delta$ 由下列几项误差组成:

$$\Delta = \pm \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \Delta_4^2 + \Delta_5^2 + \Delta_6^2}$$

式中  $\Delta_1$ ——统一固定基准面平行度,双向相当于 $\pm 2\mu\text{m}$

$\Delta_2$ ——掩模架两面平行度误差及停靠误差,双向相当于 $\pm 1.5\mu\text{m}$

$\Delta_3$ ——千分表、块规及其放置误差, $\pm 0.5\mu\text{m}$

$\Delta_4$ —— $x$ 向对准移动造成的 $z$ 向误差, $\pm 0.5\mu\text{m}$

$\Delta_5$ —— $y$ 向对准移动造成的 $z$ 向误差, $\pm 0.5\mu\text{m}$

$\Delta_6$ —— $\theta_z$ 向对准转动造成的 $z$ 向误差, $\pm 1.0\mu\text{m}$

故  $\Delta = \pm 2.82\mu\text{m}$

若设定间隙定为 $20\mu\text{m}$ ,设计时规定的设定间隙平行度误差不大于 $3\mu\text{m}$ 的要求是可以达到的。

工作台 $x, y$ 向对准运动距离各为 $\pm 5\text{mm}$ ,工作台 $\theta_z$ 向对准转动为 $\pm 5^\circ$ (其中 $\pm 2^\circ$ 为预对准, $\pm 3^\circ$ 为精对准)。基片最终套刻对准精度 $\pm 2\mu\text{m}$ ,由双视场显微电视系统的屏幕显示作指示来精确调定。

#### 参 考 文 献

- 徐幸德. BKJ100-B型半自动接近接触式光刻机综合技术分析. LSI制造与测试, 1991, 2(4): 3~17
- 屈立飞. PLA-501F光刻机间隙设定单元故障分析. 电子工业专用设备, 1991, 20(4): 13~16

(编辑 马尧发)

葛 娜 林永水 石宗宝 王思年 吴淦淦 350002 福州市  
福州大学机械系

# ABSTRACTS & KEY WORDS

CHINA MECHANICAL ENGINEERING Vol. 6, Journal, 1995

## Measurement Techniques and Development in Machine Manufacturing Line

Hu Shengqing Luo Benjing(3)

**Abstract:** Large-scale manufacturing industry like motorcar with high competition ability in the world must introduce advanced automatic line of high rate, so that the beneficial economic output could be reached. It is necessary to employ various measurement techniques to ensure high quality. Advanced measurement should eliminate the human factors on machining process and realize automation, statistics, data library functions, etc. Consequently, measurement is active, not passive, which provide field information to management and research branches. It is one of developing directions to raise the basic manufacturing level of our country.

**Key words:** measurement machine manufacturing line

## Automatic Constraint Recognition in Parametric Design

Wang Gengyun Wang Yilin Li Zhigang(9)

**Abstract:** A method of automatic constraint recognition based on graph theory is proposed through analysis dimension constraints and topologies among graphic elements of engineering drawings. This paper presents the algorithm and introduces the corresponding parametric design system.

**Key words:** parametric design constraint recognition graphic element constraint propagation constrain network graph

## Design on A New Type of Working Table of Photolithographic Equipment for the Largesized Liquid Crystal Panel

Ge Lang

Lin Yonghui Shi Zhongbao *et al.* (11)

**Abstract:** This paper describes the design on a new type of working table of photolithographic equipment, which is possessed of the exposing area up to 336.5 mm × 336.5 mm, the alignment accuracy of  $\pm 2 \mu\text{m}$ , and the exposing clearance of 0~25  $\mu\text{m}$ .

**Key words:** liquid crystal panel working table design

## Dynamic Reliability Analysis for Structural System

Deng Hongzhou Yang Qingxiong(20)

**Abstract:** Based on stochastic finite element method, while structural response is calculated with the modal superposition method, probability information of structural response about the original random variables is got, bying applying the chain rule of differentiation to the deterministic analysis. Dynamic reliability analysis methods for structural system are given, that based on first order second moment approach. For an example, dynamic reliability is calculated for a tower crane.

**Key words:** structural system dynamic reliability stochastic finite element

## Reliability Analysis of Sleeve Bearings

Wang Zhaowu Xu Shangxian(25)

**Abstract:** In this paper, the statistical nature of the minimum thickness of the oil film, stiffness and damping coefficients of the sleeve bearings have been investigated by the Monte-carlo method, according to the listed data of static and dynamic performances and taking inevitable manufacturing errors into account as well as discreteness of load. Depending upon the design criteria, the reliability of the bearings can be calculated, or the roughness of bearing surface chosen by the statistical results.

**Key words:** sleeve bearings Listed data Monte-carlo method Reliability

## Crane CAD System for Bridge Structure

Fan Qing

Zhang Shaomin Guo Yuqing *et al.* (33)

**Abstract:** This paper mainly introduces the principle and composition properties of bridge crane CAD system for bridge structure. This system is designed as a commodity software. It is a reliable and useful tool for researcher worker to do crane design.

**Key words:** crane CAD bridge structure

## The Design and Manufacture & Study on the Experimental Table for Pneumatic Braking System Performance

Liu Qiushen Run Hongyan(37)

**Abstract:** This paper mainly introduces the principle and structure of the experimental table for pneumatic braking system performance, the key technology during the design and manufacture & study is also derived.